

VI. JÖKULHLAUPASET VIÐ ÞVERÁ Í FLJÓTSHLÍÐ

Óskar Knudsen^{1,2} og Ólafur Eggertsson³

1: Verzlunarskóli Íslands, Ofanleiti 1, 103 Reykjavík

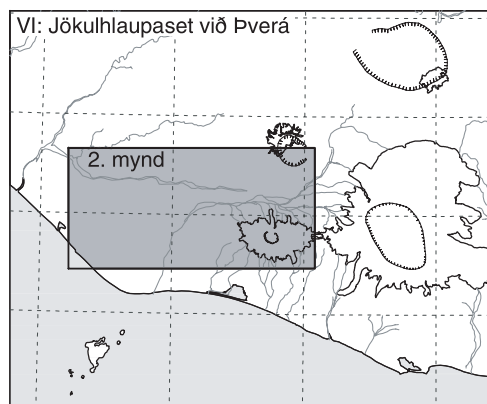
2: Jarðfræðistofan ehf, Rauðagerði 31, 108 Reykjavík

3: Skógrækt Ríkisins, Mógilsá, Kjalarnesi, 116 Reykjavík

1. Inngangur

Í þessum kafla er fjallað um setlög sem finnast í Drumbabót í Fljótshlíð (myndir 1 og 2) og eru talin hafa myndast í jökulhlaupum. Einnig er lýst jarðlögum í sniði í Bakkabót, skammt frá Drumbabót, en þau eru talin mynduð í sömu hlaupum. Ofan Þórólfsfells finnast ótvíræð ummerki um slíkt hlaup, t.d. við Fremsta Kanastaðagil og í Lausöldu á Markarfljótsaurum (kafla III). Á svæðinu frá Fljótsdal vestur að brú á Þverá við Þjóðveg 1 var leitað að jökulhlaupaseti við lækjarfarvegi sem koma af hlíðinni til Þverár, þar sem uppistöður gætu hafa myndast í hlaupum (uppistöðuset), og í bökkum Þverár. Á Markarfljótsaurum var áður þekkt jökulhlaupaset kannað nánar og reynt að meta rennslishætti hlaupsins sem myndaði það. Einnig var leitað að nýjum opnum í setlög á því svæði.

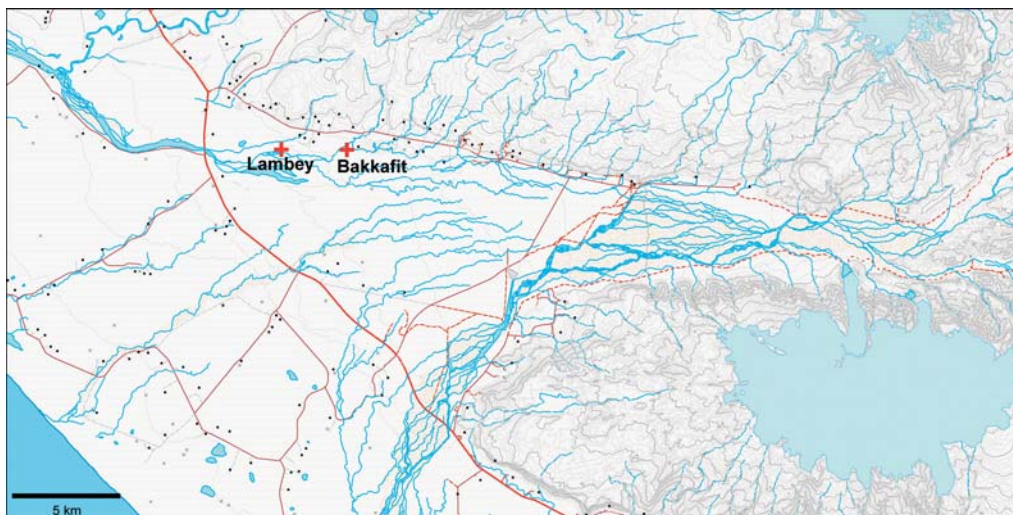
Það hefur verið ljóst um nokkurt skeið að mikil hlaup hafa farið um Markarfljótsaura og Landeyjar og skilið eftir setlög (Hreinn Haraldsson, 1981; Kate T. Smith o.fl. 2002, Kate T. Smith 2003). Lýsingar á jökulhlaupaseti sem Kötluhlaup hafa borið fram eru til frá Mýrdalssandi og Sólheimasandi (Jón Jónsson 1983, Haukur Tómasson 1996,



Mynd 1. Rannsóknarsvæðið.

Judith Maizels 1989). Einnig hefur verið lýst jökulhlaupaseti sem hefur orðið til annars staðar á landinu eftir landnám, á Skeiðarársandi (Sigurður Þórarinnsson, 1974 og A.J. Russell og Óskar Knudsen, 1999) og ýmsum svæðum sem tengjast hlaupum í Jökulsá á Fjöllum (Óskar Knudsen og A.J. Russell, 2002, Wait, 2002).

Ekkert „uppistöðuset“ fannst í lækjar-giljum né önnur ummerki um eldri hlaup. Að hluta til er það vegna þess að sunnarlega í Fljótshlíðinni hefur verið mikið áfok og jarðlög sem eru ofan grunnvatnsborðs eru fokjarðvegur, en



Mynd 2. Fljótshlíð og Markarfljótsaurar, Lambey og Bakkafit.

einnig vegna þess að ummerki um eldri hlaupin eru hulin yngri framburði. Á þessu svæði fundust aðeins ummerki eftir yngstu atburðina.

2. Drumbabót í Fljótshlíð

Undir Fljótshlíð eru staðir sem þekktir eru fyrir að þar hafa fundist trjábolir í jörð og fóru höfundar sumarið 2003 í rannsóknarferð að fornum skógarleifum sem finnast við eyrar Þverár í Fljótshlíð (mynd 3). Staðurinn nefnist Drumbabót og er nafngiftin líklega dregin af fornu örnefni þar skammt frá sem nefnist Drumbabætur, (munnleg heimild; Kristinn Jónsson, bóndi Staðarbakka). Drumbar í jarðlögum á þessu svæði hafa varðveist vel og jafnvel verið notaðir til húsbýgginga (Brynjúlfur Jónsson, 1902). Litlar rannsóknir hafa farið fram á þessum skógarleifum en einstöku sinnum hefur verið minnst á þær í rituðum heimildum (t.d. Brynjúlfur Jónsson, 1902, Margrét Hallsdóttir, 1995).

Svæðið einkennist af miklum fjölda lurka sem standa um 20-60 cm upp úr sandi og halla nær allir til suðvesturs. Við fyrstu athugun virðist hér aðallega vera um birki að ræða (*Betula pubescens*) og sjást víða leifar af ljósum berki á lurkunum.

Flatarmál þess svæðis þar sem lurkar eru sýnilegir á yfirborði hefur ekki verið kannað til fullnustu en gróflega metið er það um 100 m á breidd (N-S) með Þverá og nær það um 2,5 km vestur með henni (25 hektarar).

Grafið var niður með nokkrum lurkum og kom þá í ljós að þeir eru í lífsstöðu og situr rótin í sendnum móajarðvegi sem er 40-70 cm þykkur (mynd 4). Um 50 cm þykkt sandlag er ofan á mónum. Undir mónum er köntuð möl, með b-ás 2 til 3 cm, dökkt og ljóst gosberg sem er straumflögótt og klingir í. Það hversu kantað setið er er vísbending um að það hafi ekki borist á þennan stað með venjulegu vatnsstreymi, heldur hafi það borist í eðju. Þetta bendir til þess að setið kunni að hafa borist með jökul-



Mynd 3. Drumbabót í Fljótsblöð.

hlaupi. Eftir þetta hlaup hefur myndast sendin móajardvegur þar sem trén festu síðan rætur og sá skógur óx upp sem leifar eru af í dag í formi lurka. Yfir móajardveginum er síðan grófur einsleitur sandur sem líklega er hlaupaset frá síðasta stóra jökulhlaupi sem farið hefur yfir Markarfljótsaura. Hlaup þetta kaffærði hinn forna skóg líklega vegna mikils framburðar sets sem hækkað hefur grunnvatnsyfirborð.

Fjöldi lurka á hektara var mældur á 1100 m² svæði og reyndist þéttleikinn vera 500-600 tré á 10.000 m² (hektara). Þvermál var mælt á nokkrum lurkum (50 til 100 cm frá rótarhnyðju) og var að meðaltali um 18 cm. Gildustu lurkarnir eru yfir 30 cm í þvermál (ofan sands, u.þ.b. 50 cm ofan rótar) sem er svipað og sverustu birkitré sem finnast í birkiskógum landsins í dag (Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson, 2002). Þessar mælingar sýna að á Markarfljótsaurum hefur vaxið skógur sem svipar mjög til

best varðveittu birkiskóga landsins í dag. Leiða má líkum að því að sverustu trén hafi verið allt að 12 m á hæð þar sem þvermál lurkanna í Drumbabót samsvarar hæstu trjám í Bæjarstaðarskógi, sem eru 12-14 m á hæð í dag (Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson, 2002).

Teknar voru sneiðar af 5 lurkum til vaxtar og áhringjarannsókna. Niðurstöður sýna að eiginaldur trjáanna var á bilinu 60–100 ár þegar skógurinn dó. Mælingar á áhringjabreiddum trjáanna sýna að trén hafa drepist samtímis, því áhringurinn næst berki hefur myndast sama árið í öllum trjám. Breidd áhringjanna gefur upplýsingar um vaxtar-skilyrði trjáanna. Há fylgni er almennt milli sumarhita og áhringjabreiddar í birki á Íslandi (Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson, 2002). Meðalbreidd áhringjanna í lurkunum (mynd 5) er svipuð og meðalbreidd áhringja í birkitrjám í Bæjarstaðarskógi á árunum



Mynd 4. Lurkarnir eru í lífstöðu (*in situ*) og situr rótin í sendnum móajarðvegi sem er 40-70 cm þykkur, undir honum er malarlag (Mynd: Hrafn Óskarsson)

1930 til 1940 en sumarhiti á því tímabili var sá hæsti síðan hitamælingar hófust á Íslandi (Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson, 2002).

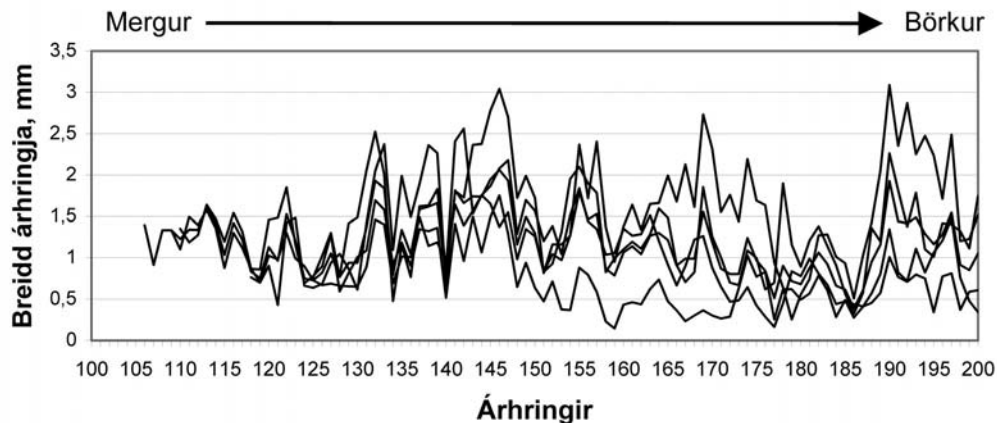
3. Myndunarsaga og tímasetning setsins í Drumbabót

Þekkt er að þegar flóð fara um skóg fellur rennslishraðinn mjög (Henderson, 1966) en eins og áður kom fram er mjög líklegt að skógurinn í Drumbabót hafi eyðst í stóru jökulhlaupi. Þegar hlaupvatnið kom í skóginn hefur straumfallið valdið mikilli setmyndun og skógurinn varð umlukin seti úr flóðinu. Þessi setmyndun hefur valdið því að grunnvatnsborð hækkaði. Birkitré þola ekki að rætur þeirra séu stöðugt á kafi í vatni, trén köfnuðu því öll samtímis. Upphafleg þykkt setsins sem umlukti trén hefur

ekki varðveist. Á þeim tíma sem liðið er síðan hlaupið varð hefur efri hluti trjáanna rotnað og eyðst. Hæð lurkana sýnir grunnvatnsborð, neðan þess varðveittust lurkarnir en ofan þess fúnaði viðurinn.

Lurkarnir gefa kost á að tímasetja hlaupið með mikilli nákvæmni með tækni sem felur í sér að framkvæma þrjár geislakolsgreiningar á sama trjádrambi. Valin voru þrjú sýni úr sömu trjásneið með ákveðin árafjölda (áhringjafjölda) milli geislakolssýnanna. Sýni 1 var tekið milli geislakolssýnanna. Sýni 2 var tekið úr áhringjum nr. 53-55 frá berki og sýni 3 úr áhringjum nr. 92-94 frá berki. Niðurstöður geislakolsgreininga með AMS aðferð er að finna í töflu 1.

Þegar reiknaður er leiðréttur geislakolsaldur með “Wigglematching” aðferð verða niðurstöður aldursgreiningarinnar á yngstu áhringjunum (1-3 árum áður



Mynd 5. Breidd árhringja í 5 lurkum í Drumbabót. Há fylgni er á milli breiddar árhringja í öllum sneiðum sem sýnir að trén hafa öll drepist samtímis. Breidd árhringjanna gefur einnig upplýsingar um vaxtarskilyrði trjánna. Há fylgni er milli sumarbita og árhringjubreiddar í birkitrjám á Íslandi (Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson, 2002) og er meðalbreidd árhringjanna í lurkunum í Drumbabót svipuð og meðalbreidd árhringja í birkitrjám í Bæjarstaðarskógi á árunum 1930 til 1940. En sumarbiti á því tímabili er sá hæsti síðan bitamælingar bófust.

Tafla 1:

Niðurstöður geislakolsgreininga á sýnum úr einu birkitré frá Drumbabót.

Nr (Árhus)	Efniviður	^{14}C aldur (BP)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB
AAR-9033	Árhringir 1-3 frá berki	1247 +/- 27	-25,72
AAR-9034	Árhringir 53-55	1336 +/- 26	-28,76
AAR-9035	Árhringir 92-94	1265 +/- 31	-26,93

en tréð drapst) 797-819 e.kr (68 % líkur) og 755-830 e.kr (95% líkur). Síðasta hamfarahlaupið sem fór niður Markarfljóttsaura sem líklega má rekja til elds-umbrota í Mýrdalsjökli varð því á árunum 755-830 eftir Krists burð, eða skömmu fyrir landnám.

4. Snið í Bakkabót

Vegna þess hve lítið sést af seti í Drumbabót, var leitað sniða í næsta nágrenni. Besta sniðið fannst í Bakkabót

(63°43,34'N og 20°05,99'V) við sumar-bústaðinn Bakkafit (224 2092). Vegna mannvirkjagerðar hafði verið grafin 2,8 m djúp hola (u.þ.b. 7x3m) og kom þar fram jarðlagasnið (myndir 6-8).

Í sniðinu sjást ummerki um tvö jökulhlaup. Efst í sniðinu er 1 m af fokjarðvegi. Undir honum er lag sem túlkað er sem set úr einu jökulhlaupi (Drumbabótarhlaupinu). Það er 1,35 m á þykkt. Undir því eru 15-20 cm af fínu seti sem ekki er myndað í hlaupi. Það liggur samlægt við jökulhlaupasetið sem undir er. Það er einsleitt og gæti verið fok-



Mynd 6. Snið af setinu í Bakkabót rétt vestan Drumabótar. Holan er 2,8 m djúp (mælistöngin er 3 m). Efri örin sýnir blaupsetið (~120 cm á þykkt). Neðri örin sýnir efsta bluta eldra blaupsets.

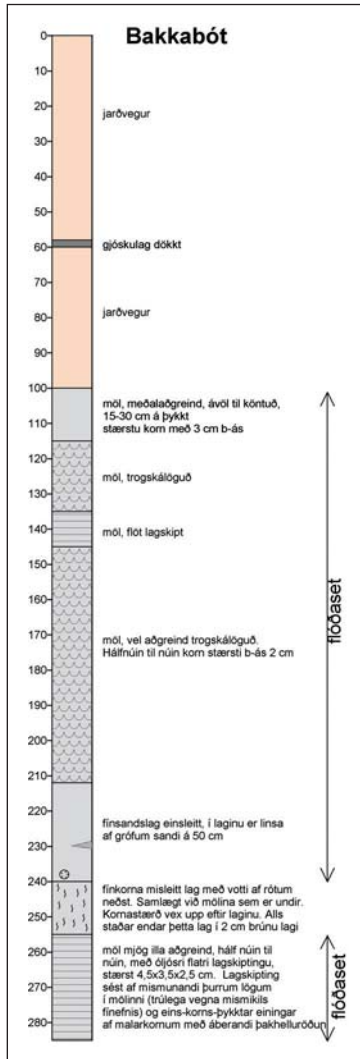
sandur sem safnast hefur saman í polli, í því er vottur af ljósu lagi sem gæti verið barnamold. Neðst í sniðinu sjást 30 cm af jökulhlaupaseti og nær sniðið ekki í gegnum það. Þykkt þess er því meiri en 30 cm.

Efra jökulhlaupasetið skiptist í nokkur lög með rofflötum á milli. Neðstu lögin er fínust og þau efstu grófust. Þessi lagskipting endurspeglar mismunandi fasa í hlaupinu. Það neðsta af þessum lögum (dýpi 212-240 cm) hefur sest á flöt sem myndast hefur við rof í fínkorna lagið undir. Það er trogskálagað og inniheldur sand sem er grófari eftir því sem ofar dregur. Trogskálögin benda til að setmyndunin hafi

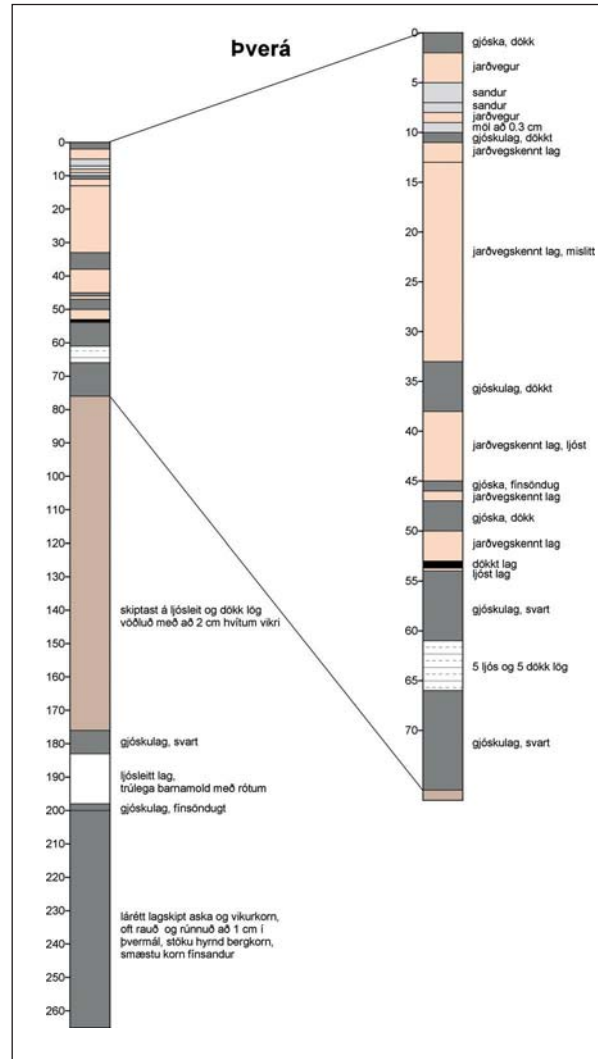
átt sér stað á gáróttum botni þar sem setgáru ferðudust um botninn. Trjágreinar í setinu (mynd 7) benda til að flóðið hafi rofið skóg ofar í farvegi sínum. Greinarnar benda til þess að setmyndun hafi verið mjög hröð því greinarnar grafast fremur en fljóta burt. Í þessu lagi er breyting á lagskiptingu frá því að vera með skörpum trogum í nærri flöt lög efst. Það bendir til að ákafi setmyndunar hafi aukist með tímanum. Síðan er rofflötur sem markar skil á milli sandsins undir og malarlagana ofaná. Rofflöturinn sýnir að ákafi streymis hefur aukist enn frekar og rof hafist.



Mynd 7. Trjágrein í setinu í Bakkabót, um 5 cm í þvermál á mörkum einsleita og lagskipta sandsins. Lagskipti sandurinn er grófari eftir því sem ofar dregur.



Mynd 8. Snið í Bakkabót.



Mynd 9. Snið við Þverá.

Þegar setmyndun hefst aftur fellur til mól sem er vel aðgreind, og trogskálöguð, þetta bendir til iðustreymis og flöt lögin benda til nokkurs vatnsdýpis. Á 145 cm dýpi er aftur rofflötur sem bendir til að enn hafi straumhraði aukist og rof orðið, set sem sest í rofflötin er hyrnt sem gæti bent til að lagið sem var fyrir ofan og raufst í burt hafi innihaldið þessa steina. Ofan á roffletinum kemur aftur trogskálöguð mól, heldur grófari en

undir roffletinum. Á 135 cm dýpi er enn áberandi rofflötur og aftur grófari mól (3 cm b-ás) ofan hans. Efst er 15 til 30 cm þykkt lag sem markar lok setmyndunar í jökulhlaupinu. Þetta lag er illa aðgreint og inniheldur hyrnda mól. Misleitni setsins og lítil ávölun gæti bent til að streymi hafi verið eðjukennt. Jafnframt sýnir lagskiptingin að rennslið hefur orðið ákafara og aurríkara eftir því sem leið á hlaupið.

Neðsta lagið í holunni (255-285 cm) hefur myndast í jökulhlaupi á undan því sem felldi trén í Drumbabót. Setið er grófara en í efra hlauplaginu. Það er mjög illa aðgreind mól, hálf núin til núin, með óljósri flatri lagskiptingu, stærsti steinn sem fannst í sniðinu var 4,5x3,5x2,5 cm. Lagskipting sést af mismunandi þurrum lögum í mölinni (sem trúlega kemur fram vegna þess að þau eru misgróf, þ.e. innihalda mismikið fín-efni) og eins korns þykkar einingar af malarkornum með áberandi þakhelluröðun. Þetta set er sambærilegt við efsta lagið úr Drumbabótarflóðinu. Jafnframt bendir meiri grófleiki og misleitni til þess að eldra hlaupið hafi verið eðjukenndara og líklega meira en það yngra.

Í Bakkabót hefur straumhraðinn í yngra jökulhlaupinu verðið nægur til þess að valda rofi, en í Drumbabót hleðst upp set enda draga trén úr streymi flóðsins. Segja má að orka í flóðinu aukist stöðugt, efsta lagið bendir til að ekki verði endurvinnsla á seti eftir því sem líður á hlaupið heldur er efnið í því "nýtt", þ.e. hefur ekki sest til ofar í hlaupfarveginum og rofist á ný þegar flóðið rénaði. Neðri hluti yngra jökulhlaupasetsins í Bakkabót minnir mjög á setlög sem mynduðust í farvegi Gígjukvíslar, við Þjóðveg 1, í jökulhlaupinu á Skeiðarársandi í nóvember 1996 (Andrew J. Russell & Óskar Knudsen, 1999).

5. Jarðmyndanir ofaná Drumbabótarseti

Í háum bakka við Þverá í landi Lambeyjar (mynd 2) má sjá jarðvegsmýndun og ummerki um nokkur smáhlaup (mynd 9), sem hafa valdið rofi á svæðinu og lagt

til töluvert efni, þ.á.m. vatnborinn ljósan vikur. Þessi ljósi vikur er talin vera úr gosi sem myndaði landnámslagið (Ingi-björg Kaldal og Elsa Vilmundardóttir, 2002) og er því nokkru yngri en Drumbabótarlögin. Ekki var unnt að tengja dökku gjóskulögin með vissu við þekkt gos eða við gjóskulagaskipan svæðisins. Sniðið (mynd 8) sýnir að eftir landnám hafa ekki farið hlaup um farveg Þverár sem nálgast Drumbabótarhlaupið að stærð.

6. Samantekt

- Jarðvegssnið við Þverá í Fljótshlíð sýna ummerki um tvö stór jökulhlaup, hlaupið sem myndaði Drumbabót og eitt eldra hlaup. Eldra hlaupið liggur á 2,5 m dýpi í Bakkabót en í Drumbabót er aðeins 0,5 m niður á það.
- Setlögin sem hlaupin lögðu af sér benda til að ákafi þeirra hafi farið vaxandi eftir því sem leið á hlaupin. Efsta setið bendir til þess að hámark hlaupanna hafi verið mjög aurríkt.
- Rannsókn á þvermáli og áhringjum trjáleifa í Drumbabót sýnir að þegar hlaupset lagðist yfir svæðið var veðurfar svipað og á 4. áratugi 20. aldar og trén sambærileg við stærstu tré í Bæjarstaðaskógi. Gerð var nákvæm aldursgreining á einu trjánna og sýnir hún að hlaupið varð fyrir rúmlega 1200 árum (755-830 e.Kr.).
- Leit í giljum í Fljótshlíð að seti úr jökulhlaupum bar ekki árangur. Hafi slík uppistöðuset myndast í eldri hlaupum eru þau grafin undir þykkum fokjarðvegi.
- Ekki fundust ummerki um stór hlaup á svæðinu eftir landnám.

7. Heimildir

- Brynjúlfur Jónsson. 1902. Árbók hins Íslenska fornleifafélags 1902, 9-25.
- Guðrún Larsen, Kate Smith, Anthony Newton, Óskar Knudsen. 2005. Jökulhlaup til vesturs frá Mýrdalsjökli: Ummerki um forsöguleg hlaup niður Markarfljót. Þetta rit, kaflí III.
- Henderson, F. M. 1966. Open Channel Flow. MacMilan, New York, London. 522 s.
- Haukur Tómasson. 1996. The jökulhlaup from Katla in 1918. *Annals of Glaciology*, 22, 249-254.
- Hreinn Haraldsson. 1981. The Markarfljót Sandur Area, Southern Iceland: Sedimentological, Petrological, and Stratigraphical Studies, ISBN 91-7388-032-9, ISSN 0345-0074.
- Ingibjörg Kaldal, Elsa G. Vilmundardóttir. 2002. Jökulmenjar á Emstrum, norðvestan Mýrdalsjökuls. Orkustofnun, Rannsóknasvið OS-2002/080.
- Jón Jónsson. 1983. Notes on the Katla volcanoglacial Debris Flows. *Jökull*, 32, 61-68.
- Judith Maizels. 1989. Sedimentology, paleo-flow dynamics and flood history of jökulhlaup deposits: Paleohydrology of Holocene sediment sequences in Southern Iceland sandar deposits. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol 59, 2 204-223.
- Margrét Hallsdóttir. 1995. On the pre-settlement history of Icelandic vegetation. *Búvísindi* 9. 17-29.
- Ólafur Eggertsson og Hjalti J. Guðmundsson. 2002. Aldur birkis (*Betula pubescens* Ehrh.) í Bæjarstaðarskógi og áhrif veðurfars á vöxt þess og þroska. *Skógræktarritið* 2002 (2) 85-89.
- Óskar Knudsen og A.J. Russell. 2000. Jökulhlaup deposits at the Ásbyrgi Canyon, northern Iceland: sedimentology and implications for flow type. "The Extremes of the Extremes flood conference in Reykjavik" Special Publication of the International Association of Hydrologists. Publ. no. 271, 107-112.
- Andrew J. Russell & Óskar Knudsen. 1999. Controls on the sedimentology of November 1996 jökulhlaup deposits, Skeiðarársandur, Iceland. International Association of Sedimentologists Special Publication 28, p 315-329.
- Sigurður Þórarinnsson. 1974. Vötnin stríð, saga Skeiðarárhlaupa og Grímsvatnagosa. Bókaútgáfa menningarsjóðs. 254 s.
- Smith, K. 2003. Holocene jökulhlaups, glacier fluctuations and palaeoenvironment, Mýrdalsjökull, South Iceland. Unpublished Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 139 p + Figures.
- Smith K. T., Dugmore A. J., Larsen G., Vilmundardóttir E. G. & Haraldsson H. 2002. New evidence for Holocene jökulhlaup routes west of Mýrdalsjökull. *Norræna vetrarmótið*.
- Wait R. B. 2002. Great Holocene floods along Jökulsá á Fjöllum, north Iceland. In Martini, P.I., Baker, V.R. and Garxon, G. (eds), *Flood and Megaflood Processes and Deposits: Recent and Ancient Examples*. IAS Special Publication, 31, 37-51.

